

南東アルタイ地方、ザバイカル地方およびアムール河
上流地区における古代製鉄趾に関する若干の資料

南東アルタイ地方、ザバイカル地 方およびアムール河上流地区にお ける古代製鉄趾に関する若干の資 料

進 藤 義 彦

目 次

序

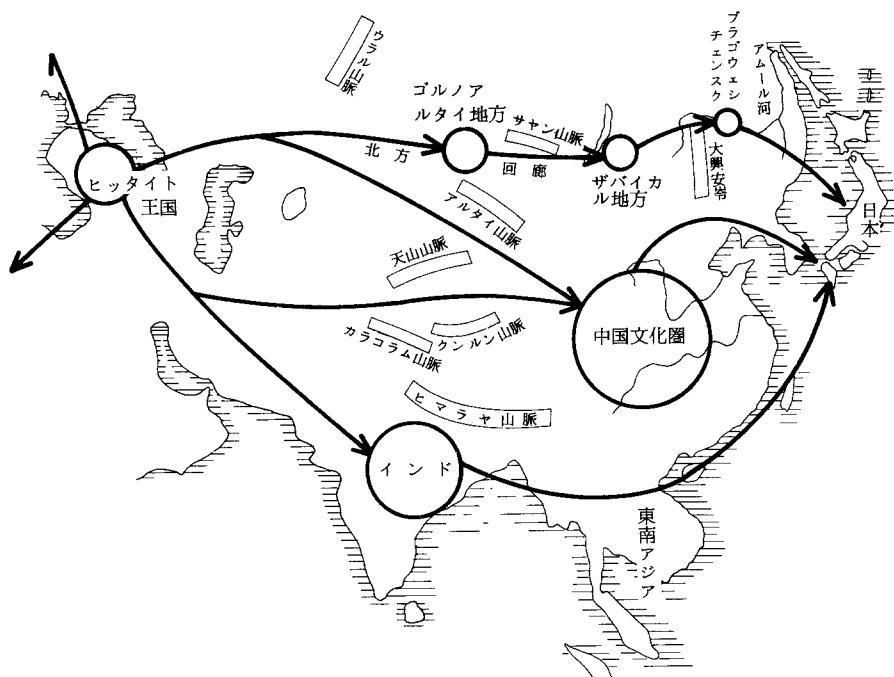
- 第一 初期中世紀の南東アルタイ地方における鉄冶金工業の若干の特
色
- 第二 ザバイカル地方の古代製鉄趾
- 第三 アムール河上流地区における古代靺鞨族の製鉄趾
- 付 「鋳^{けら}」の語源について

序

アジア大陸の鉄器文化の源流をヒッタイト王国に求めることができると
仮定すると、この王国の滅亡（BC 12世紀）後四方に拡散した鉄器文化が東
方のアジア大陸に伝播した経路は、地勢上にこれを大きく分けて

- (1) 北方ステップ地帯を経て北東アジアへ向かうもの（「北方回廊」と仮
称）
- (2) 天山北（南）路を経て中国へ向かうもの
- (3) インドを経て東南アジアへ向かうもの

の三つが考えられるよう(次図参照)。この三つの経路を経て東進した往時のヒッタイト鉄器文化の支流は、それぞれの到達時期は異なるとしても、最終的には遙かなる東の果ての日本で再び合流して、ここに世界に類例を見ない製鋼技術を誇るすぐれた鉄器文化の花を咲かせたのである。



鉄器文化の東進経路

筆者はさきに拙論「古代日本の鉄器文化の源流に関する一考察」の中で「南沿海地方鉄器文化の源流」を西方のヒッタイトに求め、その経路を前記(1)と想定し、これを「北方回廊」と仮称した(昭和50年、亜細亜大学教養部紀要第12号)。北方回廊上の製鉄遺跡に関するソ連邦の文献を物色しているうち、最近になって目次の第一、第二の資料を入手したので紹介することとした。目次の第三は前掲紀要第12号に既に紹介済みのソ連邦公刊「シベリア史」の一節であるが、今回は製鉄趾に関する資料の紹介の見地から重

南東アルタイ地方、ザバイカル地方およびアムール河
上流地区における古代製鉄址に関する若干の資料

複をいわず併記した。

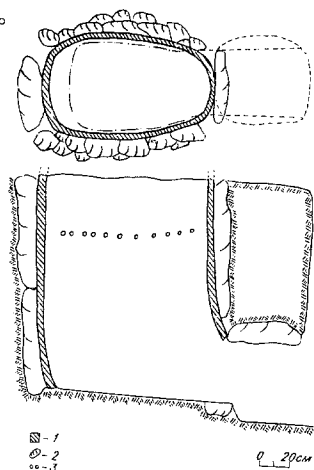
最後に「鋸^{けら}」の語源に関する筆者の私見を述べたので大方のご検討をお願いしたい。

第一 初期中世紀の南東アルタイ地方における鉄冶金工業の若干の 特色

1981年ノヴォシビルスク市ナウカ出版所シベリア局発行の冊子「鉄器時
代の西シベリア考古学の諸問題」の中的一篇。執筆者 N.M.Zinyakov

首題の時代におけるアルタイ・サヤン山岳地方の考古学遺跡の研究の過
程で、考古学者達は山地アルタイ地方における製鉄産業の高い発達水準に
気付いてはいたが、ごく最近までこの問題の研究は十分ではなかった。ア
ルタイ地方における黑色冶金の遺跡の最新の考古学的研究は、この地に高
度に発達した鉄生産が存在していたことを確認しただけでなく、その冶金
技術の特色を特に強調することを許容した。

われわれは、ゴルノアルタイスク自治
州コシ・アガチスク区にある、8個の保
存良好な同一タイプの構造の直接製鉄炉
を検討した。それらは石と板石で作られ
た穴の中に設けられた、20~30cmの壁厚を
もつ直立炉である。この設備の内側は粘
土で塗り固められており、炉のシャフト
の前方壁の下方には、そう大きくないス
ラグ排出孔が残っていた(右図参照)。最
も興味があり、かつ他にその例を見ない
のは、20~22個の孔から成る送風装置で
あって、それは直接製鉄炉の長辺の両側



1—粘土の塗固め; 2—石; 3—送風孔
コシ・アガチスク区の直接製鉄炉
の平面図と断面図

壁に、床面から約100cmの高さに配置され、 $40^{\circ} \sim 50^{\circ}$ の角度で外に抜けるように作られている。送風管の径は3～4cmである。直接製鉄炉の平面図は 50×125 cmのだ円形で、高さは有効空間の充填室に遺された上薬の断片から判断して、180～190cmである。チャガン・ウズン村近くの一つの炉の充填室内のセラミックの断片の発見によって、これらの炉の年代をAC 1000年紀後半と推定することができる。炉の保存が良かったので、鉄のスラグと鉄石の実験室研究資料は、炉内での鉄冶金技術に関する諸問題を十分に解明する可能性を与えている。科学アカデミー会員 A.A. Baikov は直接製鉄の物理・化学的基礎を理論的に研究したが、その要旨は次のとおりである。

それ程高くない直接製鉄炉に、特別に調製された配合原料——鉄鉄石と木炭の混合物——が装入される。直接製鉄過程の進行中に行なわれる木炭の燃焼は、炉の作動空間内に高温および一炭素(CO)による強力な還元環境を作り出す。このような条件下で、主として酸化鉄、珪土(SiO_2)、酸化アルミニウム(Al_2O_3)その他の酸化物から成る鉄鉄石は化学反応を受ける。化学反応の結果、酸化鉄の一部は個々の粒子の形で金属鉄に還元されるが($\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{FeO} \rightarrow \text{Fe}$ の要領で)、その粒子は多孔性の海綿鉄(「крица」)——その間隙内に一定量のスラグを含有する——となる。酸化鉄の残りの部分は一酸化鉄(FeO)の段階まで還元されて、鉄鉄石の成分である酸化物と結合して、溶解しやすい含鉄スラグを作る。一酸化鉄の生成は金属鉄の現出に先行する。一酸化鉄は鉄石と密に接触して存在するが故に、先ず最初にスラグ化の過程が起る。その過程の進行中に、溶解しやすいスラグは直接製鉄炉の低い部分に流れ落ちて行く。一酸化鉄の残った部分(そのスラグ化のために廃石が残ることはない)は金属鉄に還元される。

鉄の還元が前述の過程で行なわれるのは、炉に装入される鉄鉄石が、スラグ化の過程と酸化鉄の還元の過程とが同時に、かつ短時間に行なわれる

南東アルタイ地方、ザバイカル地方およびアムール河
上流地区における古代製鉄趾に関する若干の資料

ような条件に出くわす場合に限られる。直接製鉄過程の最も重要な条件は、炉の有効空間の全域において、 1000°C を超える温度が作られていることである。このような温度は、直接製鉄炉の高さがそれ程高くないこと（1 m 以下）によって得られるのである。炉の高さが増大するにつれて、 1000° を超える温度が得られるのは、空気の供給される、炉の下方部分に限られる。従って炉に装入される配合原料は、下に下がって行く間の長時間に亘って 1000° 以下の温度に置かれるであろう。このような条件に出合いながら、酸化鉄は活発に還元を始め、まだスラグ化の起り得る温度域(1100° 以上)に出くわす以前に完全に金属鉄に還元されるであろう。この場合液状スラグの形成は、全体として溶解しやすいスラグを得させる硅土、酸化アルミニウム、石灰のような廃石の成分の故に、一酸化鉄無しで行なわれる。木炭のアルカリと灰もまたスラグ化温度の低下を助長する。還元反応の途中で形成された金属鉄は、長時間炭素と接触することによっていちじるしく滲炭が進み、こうして約4%の炭素を含む溶解しやすい銑鉄に変る。

このように、炉の高さが増えた場合、直接製鉄の最終的な産物として得られるのは鉄ではなくて銑であって、銑の加工に熟練した場合でなければこれを鍛造技術に適用することができなかった。初期の冶金時代には銑は不良な生産品と見なされていた。このため、鑄鉄産業が開発されるまでは、鉄を得るための直接製鉄の進歩は本質的な技術的障害に突当っていたことは明らかである。それと同時に、大量の用具、工具、武器、馬具、生活用品を製作するためにアルタイ地方の鍛冶工達が必要とする鉄の大きな需要、さらにはまた、より強力な隣接の部族から強いられた鉄採取の責任は、製鉄産業発展への新しい方途の探究をアルタイ地方の鍛冶工達に要求した。

大量の鉄を得ることを目的とした直接製鉄過程の改善は、炉の構造上の改変、とくに容積の増大によって行なうことができた。後者は何よりも先ず、作動室の直径の増大によって可能であった。このためには、溶解の過

程に顕著な影響を与えるような送風装置の改変が必要であった。燃烧の過程を全域に亘って均等にし、かつ炉のシャフト内に有効な温度を作るためには、単位体積当りに一定数の送風ノズルが必要である。つまり炉のパラメーターの変更は必然的にノズル機構においても変更を伴う。ところが当時の冶金の技術的可能性には限度があったので、この面でもまた直接製鉄炉の容積増大の限界が生じる。残されたもう一つの可能性、それは、作動室の上部と下部の本質的な温度差がはっきりと現われない範囲内に炉のシャフト高を増すことである。その範囲を超えると「不良品」(銑鉄)が生じるのである。

直接製鉄の改善のためのあらゆる可能性が利用されたに違いない。こうして一応でき上った状態からの活路は、容積が従来のももの二倍もある直接製鉄炉を作ることを許容するところの、原則的に新しい送風装置の開発に見出された。送風装置の新しい点は、ノズル数を22個まで増やして、これをおよそ100cmの高さに設けることであったが、こうすることによって炉の有効シャフトの「臨界」高さを増し、均等な燃烧過程(直接製鉄の経過中における最適温度および炉の作動部分の全域における横断面上の均等なガス分布のために必要な)を保つことに成功した。

直接製鉄炉の寸法から押して、その容積は 1 m^3 となるが、これはアルタイ地方の冶金工の偉大な業績であった。そのパラメーターについて言うと、アルタイ地方の炉は、古代ロシア型の直接製鉄炉(0.45 m^3 を超えない)よりもいちじるしく優れていた。南東アルタイ地方の直接製鉄炉は常設的な設備であって、何回も繰返し使用できるものであった。このことは、溶鉱所の近傍にある大量のスラグの堆積と、炉の粘土の上塗りを何回も更新した事実とが証明している。

地質学的データならびに鉄鉱石とスラグの化学分析の結果に基づき、鉄の溶解過程を充分細かく推察することができる。アルタイの冶金工達は、赤鉄鉱を溶解に先立って径 $0.5\sim 1\text{ cm}$ の大きさに細かく粉碎することの必

南東アルタイ地方、ザバイカル地方およびアムール河
上流地区における古代製鉄趾に関する若干の資料

要性を経験によって確証し得たが、こうすることは直接製鉄過程の正しい進行を得させ、かつ鉱石の濃縮を可能にした。この種の炉に準備された鉱石の化学分析の示すところでは、鉄（酸化物としての）の含有量が79%に達していた。

炉に充填される装入物は、鉱石のほかに大量の炭を含んでいたが、炭の燃焼によって、それぞれの反応の行程において鉄の還元（それは^{クリーツァ}**крица** となる）ならびに直接製鉄の副産物たる液状スラグの生成が起った。スラグと鉱石の化学分析の結果によると、この種の炉の中の100kgの鉄鉱石から22kgの鉄が得られ、またこのような状態におけるスラグの形で廃棄物は64kgであった。これらのデータを M.Radvan の実験指数と比較すると、スウェクトクシスク炉（BC 2 世紀——AC 4 世紀）による鉄の収量は非常に少なく、20kgの^{クリーツァ}**крица** を得るためには、炉内で200kgの鉱石を溶解しなければならなかった。B.A.Kolchin の計算によると、古代ロシアの炉では、同量の鉱石から得られた海綿鉄は40kgであった。直接製鉄炉で作られる海綿鉄は常に冶金スラグがしみこんでいてこれに包まれているが、冶金スラグは鉄海綿が溶解して^{クリーツァ}**крица** になる際に除去される。従って商品としての鉄の収量は上記の溶解によると25kgを超えることができない。

われわれの計算はさらにまた、溶剤として使用可能な成分（すなわち酸化アルミニウム、硅土、酸化カルシウム、酸化マグネシウム）がスラグに含まれる率は、鉱石と比べていちじるしい変化がなかったことを示した。このように、確信を以て言えることは、山地アルタイ地方の直接製鉄炉を用いる鉄冶金にあたっては溶剤が用いられていなかったということである。

つまり、南東アルタイの鉄冶金に関する資料の研究によると、初期中世紀のこの地方の冶金工達は、製鉄産業においていちじるしい進歩を遂げていて、その頃としては構造的に完璧で生産性の高い直接製鉄炉を作り得たことが明らかである。これは何よりも先ず、アルタイ地方の種族が高い社

会的・経済的發展レベルに達していたことと、さらにはまた豊富で採取容易な原料基地の存在とによって条件づけられたものである。

第二 ザバイカル地方の古代製鉄趾

訳者注：ソ連邦ザバイカル地方における鉄器時代の始めは、ソ連邦考古学者の述べるところによると、概ね BC 1000年紀の前半と考えられているようである（下表参照）。その根拠は同地方の古代居住地、墓地等からの発掘物の研究によるものであるが、肝心の製鉄趾についてはこれと言って見るべき資料が見当たらない。ここに紹介する資料は1981年モスクワ「ナウカ」出版所発行「ザバイカルの森林・草原中間地帯の新石器時代、青銅器時代、初期鉄器時代の遺跡」（Yu.S.Grishin 著）の中の製鉄冶金に関する部分を摘訳したものである。ここに掲げた年代対照一覧表は同書の付表である。

製鉄冶金に関する資料はきわめて少ない。これまでの研究者達の「ザバイカル地方では石を組んで作った溶解炉に出くわすことがあった。炉に連なる小管の近傍にスラグと灰が有った」という報告のほか、具体的に記述されたものはない。この炉ではおもに銅と鉄の鉱石が溶解されたが、その量は僅少であった。Georgi はこれらの炉を東シベリアのロシア鍛冶の炉と比較して「これらの炉は長方形をしていて、手動のふいごを備えていたであろう」と推測している。

ザバイカル地方における古代の溶鉄地点のいくつかは青銅器・初期鉄器時代に属すると見てよい。そして溶鉄は居住地そのものの中で行なわれたほかに、おそらく居住地外にも特別の溶鉄所が存在したであろう。

オノン湖畔のクンクル部落西方の居住地では、スラグ化したセラミックの断片から判断して、鉱石からの鉄の還元は土器の中で為されたと思われる

南東アルタイ地方、ザバイカル地方およびアムール河
上流地区における古代製鉄趾に関する若干の資料

東シベリアの森林地区と森林・草原中間地区および
東モンゴルの文化と段階の年代対照一覧表
(BC4000年紀からAC 1 世紀まで)

年 代	バイカル湖周辺 (A. P. Okladnikov)		ヤクート地方 (Yu. A. Mochanov; S.A. Fedoseeva)		ザバイカル地方 (Yu. S. Grishin)		東モンゴル (D. Doroj; V.V.volkov)	
3500		イサコフスク 段 階	新 石 器 時 代	スィアラフス ク 文 化	新 石 器 時 代	ム ヒ ン ス ク 段 階	初期新石器時代	
3000								
2500		セロフスク段階		ベリカチンス ク 文 化		チンダンツク段階	中期新石器時代	
2000		キトイスク段階				ブドゥラン ス ク 段 階	末期新石器時代及 び初期青銅器時代	
1500	青 銅 器 時 代	グラゾフスク段階		ウィムィヤフ タフスク文化	青 銅 器 時 代	ドロニンスク 段 階	青 銅 器 時 代	
1000		シウェルスク段階						
500		青銅器時代		ウスチ・ミ リ スク文化		初鉄時 期器代	タブハルスク段階 サントゥイスク段階	初期鉄器時代
0	初期鉄器時代		初期鉄器時代 ↓		バリジンスク段階 ーフ ン 時 代	フ ン 時 代		
500								

る。

ウスチ・イリヤ部落近くのカルィムスカヤ滝の溶鉱所のスラグのスペクトル定量分析に基づいて、「ここでは有名な東ヨーロッパのソスノヴォ・マジンスク遺宝の原料に近似した銅・鉄鉱石が溶解されていた」ということが明らかにされた。このような鉱石が冶金に利用されていたということは、すでに古代人が鉄の還元過程に関する知識を持っていたことの証左であるが、これが広地域に亘って行なわれるようになったのは、おそらく青銅器の終りを遡ることはないであろう。

第三 アムール河上流地区における古代靺鞨族の製鉄趾

ソ連領極東では、靺鞨時代に属する考古学遺跡（居住地、墓、壁画）が非常に多い。この時代には鉄が最終的に石を駆逐し、絶対的に技術を支配した。靺鞨族の居住地は常に鉄鉱石溶解の跡を伴う。因みにブラゴヴェシチェンスク地方のセルゲーエフカ村近くで、炭と焦げた焚物（訳者注：おそらく薪）に覆われた炉趾が発見された。炉の底部に^{スラグ}鉄滓があった。保存された炉底部は、あるいは丘を掘り下げて作るか、あるいは何らかの耐火性材料を組立てるかして作った、円筒室様のものである。室内には鉄鉱石が、焚物と共に雑然と積まれている。溶けた鉄は下方に流れ落ち、底面が円形で上面がでこぼこした銑となって溜ったのである。（シベリア史第1巻、P. 308）。

付 「^{けら}鋸」の語源について

日本のタタラ製鉄については、その技術の由って来たる源流が未だに不明であるとともに、「タタラ」を始めとして「ケラ」「ムラゲ」など日本語らしからぬ専門用語が使われており、その語源についてもまだ解明されていない。本資料の第一「初期中世紀の南東アルタイ地方における鉄冶金工業の若干の特色」に、“^{クリーツァ} крица ”という露語が数回出て来たが、これは資料の記述内容から判断して「^{けら}鋸」そのものに相違ないと思われる。参考までに крица の意味を辞書について確かめると、コンサイス露和辞典には「銑鉄、ずく」とあって極めて簡単であるが納得行かない。ソ連邦大百科辞典によると、

「硬い海綿鉄（C, Si, P, S の含有量の低い）であって、その気孔や空洞はスラグ状の含有物で埋められている。あるいは鉱石から直接に（直接製鉄）、あるいは銑から（クリーツァ精錬、パッドリングにより）得られていた」とあり、また他の辞書には、

南東アルタイ地方、ザバイカル地方およびアムール河
上流地区における古代製鉄趾に関する若干の資料

「木炭または石炭を用いる製鉄炉内での鉱石や銑鉄の種々の加工の際に
得られる無定形の鉄塊であって、ハンマーでスラグを叩き出して鉄を得
る」

とある。なおパッドリングについては

「炉床、すなわちパッドル炉において、銑鉄から低炭素鉄を得る加工段
階であって、金属とスラグを充分に捏ね、「転造」して ^{クリーツァ} крица を作る。
18世紀後半から「クリーツァ精錬」の代りに用いられたが、鑄鋼の量産方
法（マルチン法、転炉法）の出現（19世紀後半）とともに、パッドリングは
工業的価値を失なった。ソ連邦では30年代から用いられていない」

とある。まさに ^{クリーツァ} крица は「鋸」^{けら} そのものである。

^{クリーツァ} крица と鋸の語頭の音の類似は偶然であろうか。 крица の語源
については残念ながらまだ発見できない。古代トルコ系語に発しているの
かも知れないが今のところ一切手がかりはない。思うに西方の古代の製鉄
者が用いていた、鋸の意味をもつ専門用語（kera,kira,kra,kri … ?）を日本
人は「ケラ」と聞き伝え、ロシア人はこれにロシア式の語尾- ца (-tsa) を
付けて кри-ца （kri-tsa）と言うようになったのではないだろうか。